

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-241258

(43)Date of publication of application : 08.09.2000

(51)Int.Cl.

G01K 7/20

(21)Application number : 11-047348

(71)Applicant : T & D:KK

(22)Date of filing : 25.02.1999

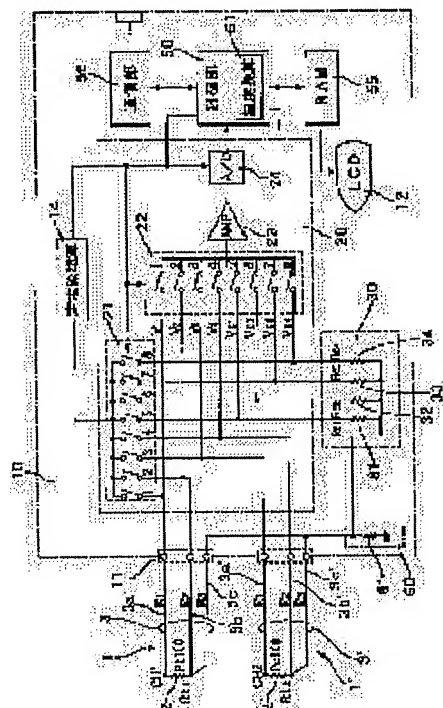
(72)Inventor : TSUKANAKA TAKESHI
TODOROKI SHUJI

(54) INSTRUMENT AND METHOD FOR TEMPERATURE MEASUREMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the measuring instrument which is low-cost and has high measurement precision as a temperature measuring instrument which uses a three-wire temperature measuring resistance body.

SOLUTION: Reference resistance bodies 31, 32, 33, and 34 are prepared and in addition to wires 3a and 3b of a temperature measuring resistance body sensor 1, those reference resistance bodies are connected to a constant-current power source 14 in order; and generated voltages are measured and compared to find the temperature. The temperature measurement can be performed by the one constant-current source, and the draft, etc., of the constant-current source can be canceled by comparing the voltages developed at the reference resistance bodies. The elements other than the resistance bodies need not be high in precision and stability so much, so the temperature measuring instrument 10 having high precision can be provided by using an inexpensive circuit.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.01.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 測温抵抗体の両端に接続された第 1 および第 2 の配線と、この第 2 の配線に並列に接続された接地用の第 3 の配線とを備えた 3 線式の測温抵抗体センサを接続して温度を測定可能な温度測定装置であって、定電流電源と、前記測温抵抗体の抵抗値が温度により変化する範囲あるいはその近傍の抵抗値を備えた複数の基準抵抗体と、

前記第 1 および第 2 の配線、および前記複数の基準抵抗体のそれぞれを順番に前記定電流電源に接続し、各々に発生した電圧を測定する電圧測定手段と、前記測温抵抗体により発生した電圧および複数の基準抵抗により発生した電圧を比較し、温度に換算する手段とを有する温度測定装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記第 3 の配線に接続される接地抵抗を有する温度測定装置。

【請求項 3】 請求項 1 において、前記第 2 の配線に前記複数の基準抵抗がそれぞれ直列に接続されており、前記電圧測定手段では、前記第 2 の配線および基準抵抗により発生した電圧が測定されることを特徴とする温度測定装置。

【請求項 4】 測温抵抗体の両端に接続された第 1 および第 2 の配線と、この第 2 の配線に並列に接続された接地用の第 3 の配線とを備えた 3 線式の測温抵抗体センサを用いて温度測定する方法であって、前記第 1 および第 2 の配線に加え、前記測温抵抗体の抵抗値が温度により変化する範囲あるいはその近傍の抵抗値を備えた複数の基準抵抗体のそれぞれを順番に定電流電源に接続し、各々に発生した電圧を測定する電圧測定工程と、前記測温抵抗体により発生した電圧および複数の基準抵抗により発生した電圧を比較し、温度に換算する工程とを有する温度測定方法。

【請求項 5】 請求項 4 において、前記第 2 の配線に前記複数の基準抵抗がそれぞれ直列に接続されており、前記電圧測定工程では、前記第 2 の配線および基準抵抗により発生した電圧が測定されることを特徴とする温度測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、3 線式の測温抵抗体を用いて温度を測定する温度測定装置および測定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】金属は温度にほぼ比例して電気抵抗が変化するので、その抵抗値を測定すれば温度が分かる。測温用の抵抗体として適当な条件を備えたものとしては白金抵抗体があり、JIS にも規定され、標準化されている。このセンサは抵抗値の変化が大きく、電圧変化として捉えたと熱電対に比較し 1 桁程度大きな変化になる。

そして、安定度が高く 0.1℃以上の長期安定性があり測定精度が高い。また、抵抗値の読みからすぐに温度が分かるなどの利点もある。その反面、一般的な温度センサであるサーミスタと比較すると測温抵抗体の抵抗値およびその温度による抵抗変化は小さい。したがって、単に抵抗値を測定し、それを A/D 変換したり、発振回路に接続して温度に換算するといった簡易な回路では測温抵抗体を取り扱うことができない。

【0003】図 7 に、従来の測温抵抗体を用いた温度測定装置の一例を示してある。3 線式の測温抵抗体センサ 1 は、測温抵抗体 2 である白金抵抗体をケーブル 3 で接続するようになっている。ケーブル 3 は、測温抵抗体 2 の両端を測定装置に接続するし抵抗値を測定するための第 1 の配線 3 a および第 2 の配線 3 b と、配線抵抗をキャンセルするために用いられる接地用の配線 3 c とを備えており、接地用の配線 3 c は、第 2 の配線 3 b と並列に接続されている。従来の測定装置 90 は、2 つの定電流電源 91 a および 91 b を用意し、これらを第 1 および第 2 の配線 3 a および 3 b にそれぞれ接続している。そして、第 1 および第 2 の配線 3 a および 3 b で発生した電圧差 V_t を差動アンプ 92 で求め、A/D 変換機能 93 を用いてデジタルデータに変換している。この条件で、第 1、第 2 および第 3 の配線抵抗 R_1 、 R_2 および R_3 が等しく、定電流電源 91 および 92 の出力電流 I_1 および I_2 が等しければ、配線抵抗 ($R_1 + R_3$) および ($R_2 + R_3$) はキャンセルされ、電圧差 V_t として以下のものが得られる。

【0004】

$$V_t = I_1 \times R_t \quad \dots (1)$$

ここで、 R_t は、測温抵抗体の抵抗値である。

【0005】したがって、2 つの定電流電源 91 の出力電流 I_1 が分かれば、測温抵抗体 2 の抵抗値 R_t がすぐに分かり、それをプロセッサ 95 の変換機能 97 により温度変換することにより LCD 12 に表示することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような温度測定装置では、2 つの定電流電源装置または定電流回路が必要であり、消費電力が多くなる。さらに、それぞれの定電流電源からそれぞれの配線に同一の電流が流れるようにする必要があり、また、その出力電流が安定している必要がある。図 8 に示すように、定電流回路には負荷抵抗によって出力電流が変動する特性が一般に現れるので、温度により測温抵抗体の抵抗値が変わると電流値も微少に変動しこれが測定誤差の原因になることがある。したがって、図 7 に示した測定装置により精度良く温度を測定するためには、精度が高く、安定度の高い定電流電源回路が必要であり、測定装置のコストが高くなる。

【0007】また、図 9 に示すように、A/D 変換回路

にも変換特性があり、測定電圧に対し全領域でリニアなデジタル値には変換されない。このため、図 7 に示すようにプロセッサ 95 にリニア補正機能 96 を設けているが、測定精度を上げるには差動アンプおよび A/D 変換回路にも精度および安定度の高いものが必要である。したがって、この点でも測定装置のコストは高くなる。

【0008】さらに、図 10 に示すように、測温抵抗体の抵抗値 R_t は温度に対しほぼ比例して変化するが、完全にリニアでなく若干の公差がある。したがって、精度良く温度を求めるには、ルックアップテーブルなどを用いた補正が必要となる。

【0009】このように、従来の測温抵抗体を用いた温度測定装置は、測温抵抗体が規格化されているので汎用性が高く、また、広い温度範囲がカバーできるが、その反面、測定精度の高い測定装置は大型で高価な物になっていた。

【0010】そこで、本発明においては、測温抵抗体を用いた温度測定装置であって、小型で、測定精度が高く、さらに低コストで供給できる測定装置および測定方法を提供することを目的としている。そして、コンパクトなサイズで移動や設置が容易にでき、電池でも長時間測定することができる測定装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】このため、本発明においては、複数の基準抵抗体を用意し、測温抵抗体に接続された第 1 および第 2 の配線と共に、これらの基準抵抗体も定電流電源に接続し、基準抵抗体により発生する電圧と測温抵抗体により発生する電圧を比較することにより温度を求めるようにしている。すなわち、本発明の、測温抵抗体の両端に接続された第 1 および第 2 の配線と、この第 2 の配線に並列に接続された接地用の第 3 の配線とを備えた 3 線式の測温抵抗体センサを接続して温度を測定可能な温度測定装置は、定電流電源と、測温抵抗体の抵抗値が温度により変化する範囲あるいはその近傍の抵抗値を備えた複数の基準抵抗体と、第 1 および第 2 の配線および複数の基準抵抗体のそれぞれを順番に定電流電源に接続し各々に発生した電圧を測定する電圧測定手段と、測温抵抗体により発生した電圧および複数の基準抵抗体により発生した電圧を、直線補間などにより比較し温度に換算する手段とを有する。また、本発明の測温抵抗体の両端に接続された第 1 および第 2 の配線と、この第 2 の配線に並列に接続された接地用の第 3 の配線とを備えた 3 線式の測温抵抗体センサを用いて温度測定する方法は、第 1 および第 2 の配線に加え、測温抵抗体の抵抗値が温度により変化する範囲あるいはその近傍の抵抗値を備えた複数の基準抵抗体のそれぞれを順番に定電流電源に接続し、各々に発生した電圧を測定する電圧測定工程と、測温抵抗体により発生した電圧および複数の基準抵抗体により発生した電圧を比較し、温度に換算する工

程とを有する。

【0012】測温抵抗体に接続された第 1 および第 2 の配線に定電流電源を順番に接続することにより 1 つの定電流電源で測温抵抗体に発生する電圧差を測定することができる。さらに、測温抵抗体の抵抗値が温度により変化する範囲あるいはその近傍の複数の基準抵抗体を用意して、それらを順番に同一の定電流電源に接続し、それらに発生する電圧を測定することにより、測温抵抗体が示すであろう抵抗値に相当する電圧を直線補間などの方法により知ることができる。したがって、基準抵抗体に発生した電圧と、測温抵抗体に発生した電圧差と比較することにより、定電流電源装置から供給される電流を知らなくても測温抵抗体の測定対象となる環境または物体などの温度を知ることができる。したがって、基準抵抗体の抵抗値が精度良く安定していれば、定電流電源の出力電流が種々の原因によりドリフトしても、その影響をキャンセルできる。したがって、それほど精度および安定性の高くない定電流電源であっても精度の高い温度測定が可能である。

【0013】特に、測温抵抗体が示す抵抗値に近い抵抗値の基準抵抗体に発生した電圧で温度を判断できるので、負荷抵抗により電流特性がドリフトするような定電流電源でも十分に精度の高い温度が得られる。また、電圧に対する A/D 変換特性が全電圧領域にわたりリニアでないとしても、基準抵抗体の電圧を測定する際に A/D 変換特性が反映される。したがって、A/D 変換装置のリニア補正処理を行わなくても、測温抵抗体に発生した電圧を基準抵抗体に発生した電圧と比較することにより精度の高い温度を求めることができる。さらに、基準抵抗体に発生する電圧の示す温度に白金の温度公差を反映したり、あるいはそれらを直線補間して測温抵抗体に発生した電圧と比較する際に白金の温度公差を反映することも可能であり、これによりさらに精度の高い温度を測定できる。

【0014】測温抵抗体に接続された第 1 および第 2 の配線と、基準抵抗体とをそれぞれ個別に定電流電源と接続して、各々に発生する電圧を測定する測定装置および測定方法は、第 1 および第 2 の配線のペア（セットあるいはチャンネル）の数を増加させても回路はそれほど複雑にならず、定電流電源および基準抵抗体を増やす必要はない。したがって、チャンネル数を増やしても消費電力はそれほど増加することなく、また、回路構成も簡単で済む。したがって、多数の測温抵抗体センサを同時に接続して複数の温度を測定する多チャンネル化が容易な測定装置を提供できる。

【0015】第 2 の配線の電圧を測定するときは、接地される第 3 の配線と繋がった第 2 の配線の配線抵抗は非常に小さいので電圧を測定することが難しくなる。このため、第 3 の配線に対し適当な抵抗値のある接地抵抗を接続することにより測温抵抗体に発生する電圧をいっそ

う精度良く、また、簡単に測定することができる。

【0016】これに対し、第2の配線に複数の基準抵抗をそれぞれ直列に接続し、測温抵抗体と第1および第3の配線を含めた抵抗値により発生する電圧と、基準抵抗体と第2および第3の配線を含めた抵抗値により発生する電圧とを比較して温度を求めるようにすることも可能である。この方式では、多チャンネル化するときに基準抵抗体が多く必要になるが、配線抵抗のみによる電圧を測定することはない。したがって、接地抵抗を設けなくても精度の高い測定ができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に図面を参照して本発明をさらに説明する。図1に本発明にかかる温度測定装置、およびこの温度測定装置を用いてデータを取得するシステムの概要を示してある。本例の温度測定装置10は図7に示した3線式の測温抵抗体センサ1を接続し、その測温抵抗体2の位置する環境あるいは物体などの測定対象の温度を測定する測定装置である。そして、測定された温度はいったん測定装置に記憶され、適当なタイミングで通信ケーブル5を介してパーソナルコンピュータ6に送信され解析できるようになっている。このように、本例の測定装置10を用いることにより、測定された温度データをパーソナルコンピュータ上で表示および解析などの処理を行うことができる温度用のデータロガーシステムを構築できる。

【0018】本例の測定装置10は、測温抵抗体センサ1を接続できるコネクタ11が2つ用意されており、後述する測定および記録機能においても、それぞれのセンサ1から得られたデータを独自に処理できるようになっている。したがって、本例の温度測定装置10は1台で2チャンネル分の測定および記録が可能であり、1台で異なった測定対象の温度を測定し、監視あるいは記録などすることができる。

【0019】本例の測定装置10は、測定データ、測定状況などをモニターできるLCDパネル12が中央に設けられている。また、バッテリーを内蔵しており、装置全体がハンディなサイズに纏められている。このため、ユーザが巡回点検などに携帯して適当な個所の温度をモニタすることも可能である。そして、測定したデータを通信ケーブルなどによりパーソナルコンピュータに纏めて転送し、データ解析可能である。一方、所定の場所にセンサ1をセットして長期間にわたり温度を監視することも可能であり、そのような長期間にわたり測定する場合は、ACアダプタ7を用いて家庭用電源などで稼動させることもできる。また、通信ケーブルに代わり、電話回線あるいは無線などの他の伝送手段により測定データを送信することももちろん可能である。

【0020】図2に、本例の温度測定装置1の概略機能をブロック図により示してある。本例の測定装置1は、測温抵抗体センサ1を接続するための2つのコネクタ1

1と、これらのコネクタ11に接続された測温抵抗体センサ1の配線（第1および第2の配線3aおよび3b）を順番に定電流電源14に接続し、それぞれに発生した電圧を測定する電圧測定部20を備えている。さらに、本例の測定装置1は、4つの基準抵抗体31、32、33および34を備えており、電圧測定部20はセンサ1の各配線に加え、これらの基準抵抗体31、32、33および34も順番に定電流電源14に接続し、それにより発生した電圧を測定するようになっている。

10 【0021】さらに、測定装置10は、電圧測定部20により測定された電圧を比較し、温度に換算する機能51を備えた制御部50と、算出された温度を記憶するRAM55と、パーソナルコンピュータなどのホスト機との通信を行い、RAM55に蓄積されたデータを送信可能な通信部56とを備えている。換算された温度などはさらに制御部50からモニタ12に表示できるようになっている。さらに、各々のコネクタ11においては、センサ1の接地線（第3の配線）3cが接地回路60に接続されるようになっており、適当な抵抗値を持った接地抵抗61が接地線3cと直列に接続される。

20 【0022】本例の電圧測定部20を更に詳しく説明する。電圧測定部20は、コネクタ11に接続される各々のセンサ1および1'の第1および第2の配線3a、3b、3a'および3b'、および基準抵抗体31、32、33および34をそれぞれ順番に定電流電源装置14に接続する第1のスイッチ群21と、それぞれの配線3a、3b、3a'および3b'に発生する電圧V1、V2、V3およびV4、および各基準抵抗体31、32、33および34に発生する電圧Vc1、Vc2、Vc3およびVc4を順番に測定する第2のスイッチ22とを備えている。第1および第2のスイッチ21および22は、制御部50により同期して制御され、第1のスイッチ21により第1の配線3aが定電流電源14に接続されると、第2のスイッチ22の配線3aに接続されたスイッチが閉じて、第1の配線3aに発生した電圧を測定できるようになっている。他の配線および基準抵抗体においても同様に電圧を測定できる。

30 【0023】このようにして第2のスイッチ22により順番にサンプリングされた各々の電圧は、アンプ23を通してA/D変換器24に導かれデジタルデータ化される。そして、デジタル化された電圧値は、CPUなどのプロセッサにより実現される制御部50に送られ、各々の配線および基準抵抗体により発生した電圧値を比較することにより温度に換算することができる。

40 【0024】図3に本例の測定装置1における処理手順をフローチャートにより示してある。以下では、このフローチャートを参照しながら、さらに説明する。本例の測定装置10は、まず、ステップ71において所定のサンプリング間隔が経過すると、ステップ72で電圧測定部20の第1および第2のスイッチ21および22を

順番に切り換え、ステップ73でそれぞれの電圧値を測定する。そして、ステップ74で、全ての電圧値V1からV4およびVc1からVc4の値が得られると、ステップ75では温度換算機能51において、それらの測定された電圧を用いて温度へ換算する処理を行う。

【0025】本例の測定装置10においては、基準抵抗抗体群30として収納されている各基準抵抗抗体31、32、33および34の抵抗値Rc1、Rc2、Rc3およびRc4のうち、抵抗値Rc2、Rc3およびRc4は、白金測温抵抗抗体2の抵抗値Rtが通常測定する温度により変化するであろう範囲で選択されている。例えば、各々の抵抗値は、図4に示すように、白金測温抵抗抗体2が100℃、300℃および500℃のときに示す抵抗値に設定されている。一方、抵抗値Rc1は、接地抵抗61を用いてアンプ23のオフセットもキャンセルするために0Ωに設定されている。

【0026】したがって、それぞれの抵抗体を定電流電源14に接続して得られた電圧Vc1、Vc2、Vc3およびVc4から、電圧Vc1を引くことにより、0Vと、基準抵抗32、33および34の抵抗値Rc2、Rc3およびRc4による電圧Vc2'、Vc3'およびVc4'を求めることができる。このため、図5に示すように、それぞれの抵抗体を定電流電源14に接続して得られた電圧Vc2'、Vc3'およびVc4'が、測温抵抗抗体2が100℃、300℃および500℃の環境に設置された状態で定電流電源14に接続したときに発生する電圧となる。また、電圧0Vは仮想的に測温抵抗抗体2が0Vのときの値、例えば-273℃として利用することができる。

【0027】このように、基準抵抗31を0Ωに設定して基準抵抗32、33および34に共通する接地抵抗61の電圧を測定することにより、アンプ23のオフセットによる電圧変動も排除することが可能となる。このため、さらにアンプの精度や周囲温度などの環境条件などの影響を受けずに、精度の高い温度を測定することができる。

【0028】一方、センサにおいては、センサ1の配線3aの電圧V1から配線3bの電圧V2を引いた電圧差Vr1が測温抵抗抗体2で発生した電圧になる。したがって、各抵抗体で発生した電圧Vc2'、Vc3'およびVc4'のうち、電圧差Vr1の前後の電圧を示す基準抵抗抗体（図5の例では、抵抗体32および33）の電圧Vc2'およびVc3'を選択して直線補間し比較することにより、電圧差Vr1から測温抵抗抗体2の測定対象の温度T1を求めることができる。

【0029】他方のセンサ1'の測温抵抗抗体2'の測定対象の温度T2も同様に求めることが可能であり、電圧V3およびV4の電圧差Vr2を、その前後の基準抵抗抗体が示す電圧Vc1'、すなわち0Vと、電圧Vc2'と比較することにより温度T2を求めることができる。

もちろん、基準抵抗群30の各抵抗値の設定は適当に選択することが可能である。測温抵抗抗体2に発生する電圧が基準抵抗抗体により発生する電圧の近傍あるいは間になるように基準抵抗抗体の抵抗値を選択することにより、いっそう精度の高い温度測定を行うことができる。

【0030】このようにして求められた温度は、ステップ76において、各チャンネル毎に順番にRAM55に記録される。本例の測定装置10においては、それぞれのチャンネル毎に予め設定されたサンプリング間隔で測定された温度が順番に記録される。そして、予め設定されたタイミング、あるいはホスト側からの要求により、RAM55のデータが通信ケーブル3を介してホストであるパーソナルコンピュータ4に送信される。本例の測定装置10は、換算された温度測定値を順番にRAM55に記憶しており、測定時刻は記録していない。もちろん、測定時刻を記録するようにしても良いが、予め設定されたサンプリング時間間隔毎に温度測定が行われ、その値が記憶されるので、測定時刻を記録しなくてもパーソナルコンピュータ等で解析するときに測定時刻を個々に求めることが可能である。したがって、測定された温度データのみを記録することによりRAM55の容量を十分に活かし、長時間の温度測定ができるようにしている。

【0031】本例の測定装置10は、通常の測定には十分なメモリ容量を持っているが、測定状況によってはメモリ容量が不足する場合がある。このため、測定装置10は2つのワнтаイムおよびエンドレスの2つの測定モードを持っている。ワнтаイムモードでは、メモリ容量がいっぱいになるとそのときに測定温度の記録を停止してメモリの内容を保持する。一方、エンドレスモードでは、メモリ容量がいっぱいになると、メモリアドレスの最初に戻って測定された温度を上書きしながら記録する。いずれのモードで測定するかは、ユーザが選択できるようになっている。

【0032】このように、本例の温度測定装置10は、測温抵抗抗体2に接続された第1および第2の配線3aおよび3b、さらに、基準抵抗抗体31、32、33および34に定電流電源14を電圧測定部20のスイッチ21により順番に接続している。したがって、1つの定電流電源14で測温抵抗抗体2に発生する電圧差を測定することができるので、測定中の消費電力を少なくすることができる。

【0033】さらに、測温抵抗抗体2および各規準抵抗抗体31、32、33および34に対し、そのときに定電流電源14が安定している一定の電流を流すことができ、測温抵抗抗体2および各基準抵抗抗体31、32、33および34に発生する電圧を比較することにより測温抵抗抗体2の測定対象の温度を求めている。したがって、定電流電源14から測温抵抗抗体2および各基準抵抗抗体に流れた電流値自体を知る必要はない。さらに、定電流電源14

から供給される電流は、各電圧をサンプリングする間、すなわちスイッチを切り換えている間だけ安定していれば良い。したがって電流値自体はサンプリング周期より長い時間間隔で変動しても測定温度の精度に影響を及ぼさない。このため、本例の温度測定装置 10 においては、簡易な測定回路で温度測定が可能であり、さらに、定電流電源回路にはそれほどの精度および安定性は要求されない。したがって、オペアンプと抵抗などを用いた簡易な構成の定電流電源で精度の高い温度測定を行うことができる。

【0034】また、図 8 に示すように、接続される抵抗などの負荷によって供給可能な電流値が微少に変動する特性を示す定電流電源であっても、基準抵抗体 31、32、33 および 34 を接続して得られた電圧値 V_{c1} 、 V_{c2} 、 V_{c3} および V_{c4} にその特性が反映される。このため、測温抵抗体 2 の示す抵抗値によって定電流電源 14 から供給される電流が微少に変化しても、測温抵抗体 2 の示す抵抗値に近い抵抗値の基準抵抗体で発生した電圧と比較することにより、定電流電源 14 の負荷特性はキャンセルされる。したがって、図 8 に示すような特性の定電流電源を採用しても高精度で温度を測定することができる。

【0035】また、図 9 に示したように、A/D 変換器 24 も入力された電圧値をデジタル値に変換するときに非線形な特性を示すものがある。しかしながら、本例の測定装置 10 においては、基準抵抗体 31、32、33 および 34 に発生した電圧を測定するときに、そのような A/D 特性も加味された電圧値がデジタル値として得られる。したがって、温度換算機能 51 において、A/D 変換された測温抵抗体 2 の示す電圧値と、A/D 変換された各基準抵抗体 31、32、33 および 34 の電圧値とを比較することにより、A/D 変換特性もキャンセルされる。さらに、アンプ 23 のオフセットも、上述したように抵抗 R_{c1} を 0Ω に設定して接地抵抗 61 の電圧を測ることによりキャンセルすることができる。したがって、A/D 変換器 24 およびそれに付随するアンプ 23 も精度および安定度のそれほど高くないものを使用して、精度の高い温度を求めることができる。

【0036】このように、本例の温度測定装置 10 においては、基準抵抗群 30 は抵抗値の精度の高いものが必要であるが、それ以外の定電流電源、アンプおよび A/D 変換器は精度および安定度はそれほど要求されない。その一方で、定電流電源の電流ドリフトや A/D 変換器の非線形な特性などはすべてキャンセルされるので精度の高い温度を求めることができる。したがって、低コストで測定精度が高く、環境温度などに影響されない信頼性の高い温度測定装置を提供できる。

【0037】さらに、図 10 に示すように、白金測温抵抗体 2 は、温度と抵抗値の関係が略比例しているが完全ではない。本例では、基準抵抗体 31、32、33 およ

び 34 で得られる電圧値 $V_{c2'}$ 、 $V_{c3'}$ および $V_{c4'}$ に対応する温度設定に白金測温抵抗体の公差を含めておくことにより、いっそう正確な温度に換算して記録あるいは表示することができる。また、基準抵抗体により得られる電圧値 $V_{c2'}$ 、 $V_{c3'}$ および $V_{c4'}$ の間を補間するときも、直線補間の代わりに白金測温抵抗体の公差を加味した関数あるいはルックアップテーブルにより補間することが可能であり、これによりさらに精度の高い温度を求めることができる。

10 【0038】また、本例では、測温抵抗体センサ 1 の第 3 の配線 3c に接地抵抗 61 を接続するようにしている。したがって、第 2 の配線 3b を定電流電源 14 に接続して電圧 V_2 を測定するときに配線抵抗に加えて接地抵抗 61 による電圧も測定することができる。接地抵抗 61 がない場合は、配線抵抗のみとなるので、ほとんど 0V に近い電圧を測定する必要がある。このため、アンプ 23 および A/D 変換器 24 として作動レンジが広く、安定しているものが要求される。また、精度の良いアンプおよび A/D 変換器を採用しても 0V 近傍の測定は測定精度を上げることが難しい。これに対し、接地抵抗 61 を接続することにより 0V 近傍の電圧を測定しなくて良いので、アンプ 23 および A/D 変換器 24 は測定レンジがそれほど広くなく、精度の低いものでも十分である。したがって、この点でも測定装置 10 のコストを下げることができる。さらに、精度の低い A/D 変換器などを採用した場合でも、0V 近傍の測定がないので電圧の測定精度を上げられ、結果として精度の高い温度を得ることができる。

30 【0039】図 6 に示した温度測定装置 19 は、本発明にかかる温度測定装置の異なった例である。本例の温度測定装置 19 は、コネクタ 11 が 1 つ用意された測定装置であり、3 線式の測温抵抗体センサ 1 が単体で取り付けられ 1 チャンネル分の温度測定ができるようになったものである。本例の温度測定装置 19 においては、基準抵抗群 30 の各々の基準抵抗体 31、32、33 および 34 がセンサ 1 の第 2 の配線 3b に対しそれぞれ直列に接続されるようになっている。そして、電圧測定部 20 の第 1 のスイッチ 21 および第 2 のスイッチ 22 を順番に同期して切り換えることにより、センサ 1 の第 1 の配線 3a の電圧と、第 2 の配線 3b に直列に接続された各々の基準抵抗体 31、32、33 および 34 により発生する電圧とが測定できるようになっている。

【0040】このようにして測定された各々の電圧は、アンプ 23 および A/D 変換器 24 を介してデジタル変換され、上記にて説明した測定装置 10 と同様の方法により測温抵抗体 2 の測定対象の温度が求められる。ただし、本例の測定装置 10 においては、第 1 の配線 3a を含めた（第 3 の配線 3c も含まれるが）測温抵抗体 2 により発生した電圧 V_1 と、第 2 の配線 3b を含めた（第 3 の配線 3c も含まれるが）各基準抵抗体 31、32、

33および34により発生した電圧 V_{c1} 、 V_{c2} 、 V_{c3} および V_{c4} が比較され、温度に換算される。このようにしても、第1の配線3aの配線抵抗 R_1 と、第2の配線3bの配線抵抗 R_2 は同一であり、キャンセルされるので、上記と同様の方法で精度良く温度を求めることができる。そして、測温抵抗体および基準抵抗体を同一の定電流電源14に接続したときに発生した電圧を比較することにより温度を求めるようにしているので、上記と同様に基準抵抗体以外は高精度のものが不要であり、低コストで測定精度の高い温度測定装置を実現できる。

【0041】さらに、本例の温度測定装置19においては、第2の配線3bに基準抵抗体31、32、33および34をそれぞれ接続しているので、配線抵抗だけによる電圧降下を測定する必要がない。特に、基準抵抗体31の抵抗値を例えば、 -100°C に相当する 60.3Ω に設定することにより、基準抵抗体31の電圧も温度換算するときの基準にできる。一方、上記と同様にアンプ23のオフセットを求めるためには、基準抵抗群30の共通する配線に適当な抵抗を接続し、基準抵抗体31の抵抗値を 0Ω にすれば良い。これにより、上記と同様にアンプ23の影響も排除することができる。

【0042】このように本例の温度測定装置19においては、接地線3cに接地抵抗を接続しなくても 0V 近傍の電圧値を測定することにはならず、簡易な回路で測定精度の高い温度測定が行える。さらに、第2の配線3bに発生する電圧値を測定する必要がないので、この点でも回路は簡略化でき、測定時間も短くて済む。

【0043】このように図6に示した温度測定装置19は、1チャンネルの温度測定を行う温度測定装置として、図2に示した温度測定装置10よりも回路を簡略化でき、さらに低コストで提供することができる。しかしながら、第2の配線3bに各々の基準抵抗体を接続するようにしているので、多チャンネル化が難しい。これに対し、図2に示した温度測定装置10においては、複数のセンサを接続したときに各センサの第1および第2の配線3aおよび3bに発生する電圧を順番に測定すれば良い。このため、多チャンネル化が極めて容易である。チャンネル数も2チャンネルに限定されることなく3チャンネル以上にすることも可能である。そして、チャンネル数を増加しても、基準抵抗体の数は増やす必要がなく、回路が肥大したり、測定時間が大幅に増加することもない。また、消費電力もそれほど増加しないので、低消費電力で多数の測定ポイントの温度測定ができる測定装置を実現できる。

【0044】なお、上記では、基準抵抗体を4つ用意した例で説明しているが、基準抵抗体は3つ以下であっても良く、あるいは5つ以上であってももちろん良い。基準抵抗体の数を多くすることにより、測定精度は向上するが抵抗体を切り換えて電圧を測定するのに時間がかか

ることになる。また、上記では、温度測定を行うたびに基準抵抗体により発生する電圧を測定するようにしているが、測定対象の温度変化が少ないとき、定電流電源のドリフトがそれほど大きくないときなどでは、温度測定を複数回行ったときに定期的に基準抵抗体を定電流電源に接続して電圧測定を行い、その値を記憶するようにしても良い。基準抵抗体で発生する電圧を測定する頻度を下げることにより、1回の測定間隔を短くできると共に消費電力を下げることができる。したがって、電池を用いて長時間温度測定を行うようなケースでは非常に有効である。

【0045】また、配線および基準抵抗体の接続を切り換えるスイッチは、アナログスイッチなどの安価なもので十分であり、制御部50となるCPUの制御により同期して切り換えられるようにすれば良い。もちろん、同期の精度はそれほど要らず、定電流電源に接続されている間に、その配線あるいは基準抵抗体の電圧を測定できるようなタイミングで制御するだけで良い。

【0046】また、本例の測定装置においては、基準抵抗体としては安定度が高く、高精度のものが必要となる。このため、所望の温度の抵抗値に合致する値の抵抗体を選択しても良いが、逆に、適当な抵抗値の抵抗体を採用し、その抵抗体の抵抗値に相当する温度をCPUに記憶して換算される温度の測定精度を上げるようにすることも可能である。

【0047】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の温度測定装置においては、測温抵抗体センサの配線を順番に定電流電源に接続すると共に、複数の基準抵抗体を用意し、それらも同一の定電流電源に順番に接続して発生する電圧を比較し温度を求めるようにしている。したがって、定電流電源は1つで良く、さらに、その精度および安定度はそれほど要求されない。さらに、電圧をデジタル化するA/D変換器やそれに付随するアンプなどの精度および安定度もそれほど要求されない。すなわち、本発明の測定装置においては、基準抵抗以外には高精度の電気素子あるいは電気回路を用いずに測温抵抗体の測定対象となる温度を精度良く求めることができる。したがって、測定精度が高く、信頼性も高い温度測定装置を低コストで供給することができる。また、定電流電源は1つで良いので、測定にかかる消費電力を下げることができ、電池で駆動するのに適した温度測定装置を提供できる。

【0048】このため、本発明の温度測定装置は、汎用性の高い3線式の測温抵抗体センサを用いて低コストで高精度の温度測定ができるものであり、工業、食品業、農業、研究開発などの幅広い分野における温度データ収集ツールとして好適なものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる温度測定装置およびそれを用い

て温度を測定するシステムの一例を示す図である。

【図2】図1に示す温度測定装置の概略構成を示すブロック図である。

【図3】図1に示す温度測定装置において測定するプロセスを示すフローチャートである。

【図4】温度測定装置に採用されている基準抵抗体の抵抗値の一例を示す図である。

【図5】温度測定装置において、得られた電圧値から温度を換算する過程を示すグラフである。

【図6】本発明にかかる温度測定装置の異なる例を示すブロック図である。

【図7】従来の温度測定装置の一例を示すブロック図である。

【図8】定電流電源の特性の一例を示すグラフである。

【図9】A/D変換器の特性の一例を示すグラフである。

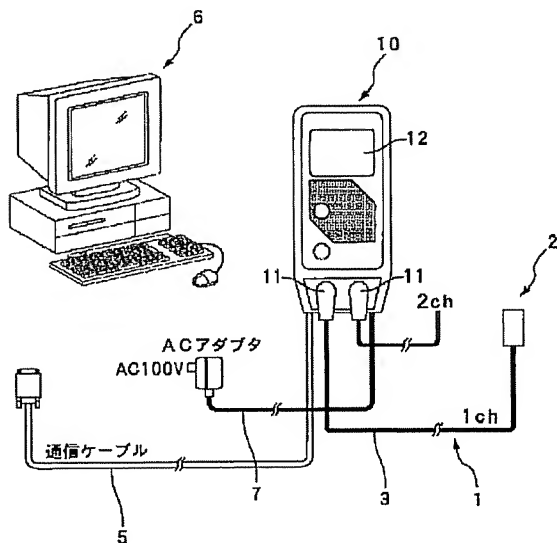
【図10】白金測温体の特性の一例を示すグラフである。

【符号の説明】

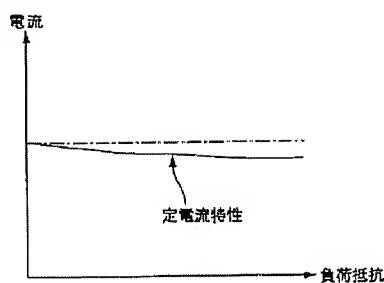
*

- * 1 測温抵抗体センサ
- 2 測温抵抗体
- 3 配線
- 10 温度測定装置
- 11 コネクタ
- 12 表示部 (LCDパネル)
- 14 定電流電源
- 20 電圧測定部
- 21、22 切り換えスイッチ
- 24 A/D変換器
- 30 基準抵抗群
- 31、32、33、34 基準抵抗体
- 50 制御部
- 51 温度換算機能
- 55 RAM
- 56 通信部
- 60 接地回路
- 61 接地抵抗

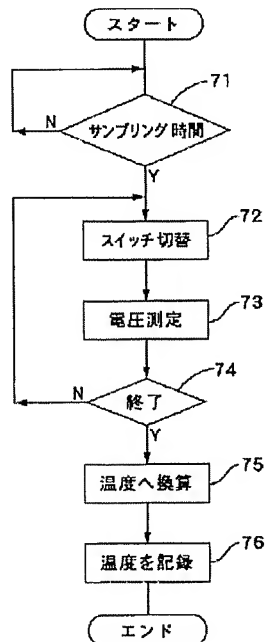
【図1】



【図8】



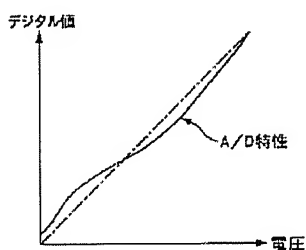
【図3】



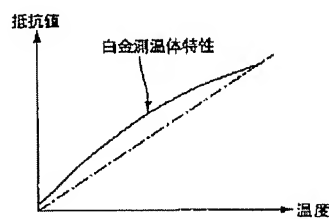
【図4】

温度 (°C)	抵抗値 (Ω)	基準抵抗
-200	18.5	
-100	60.3	
0	100	
100	138.5	← Rc2
200	175.8	
300	212.0	← Rc3
400	247.0	
500	280.9	← Rc4
600	313.6	

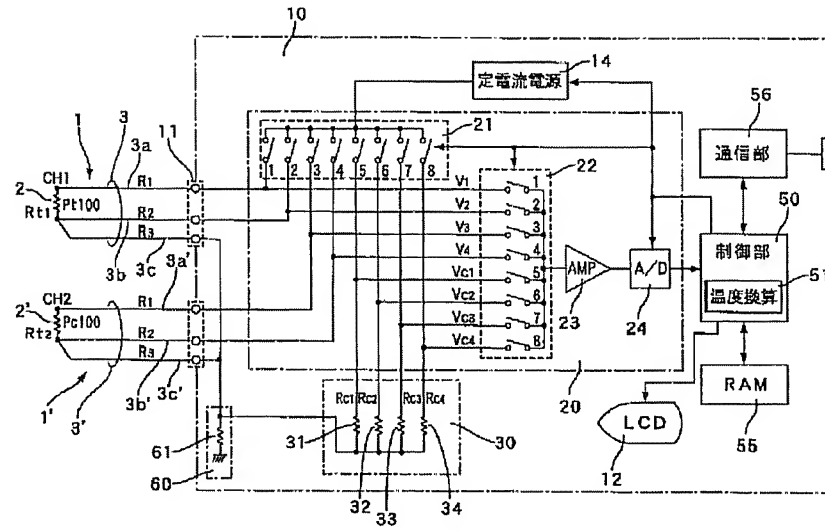
【図9】



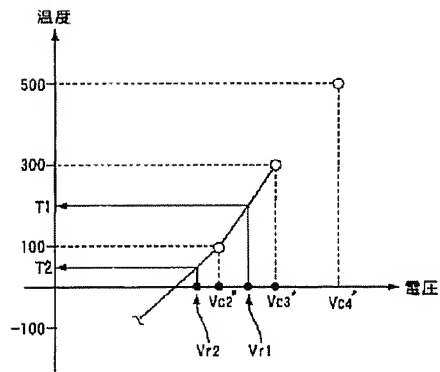
【図10】



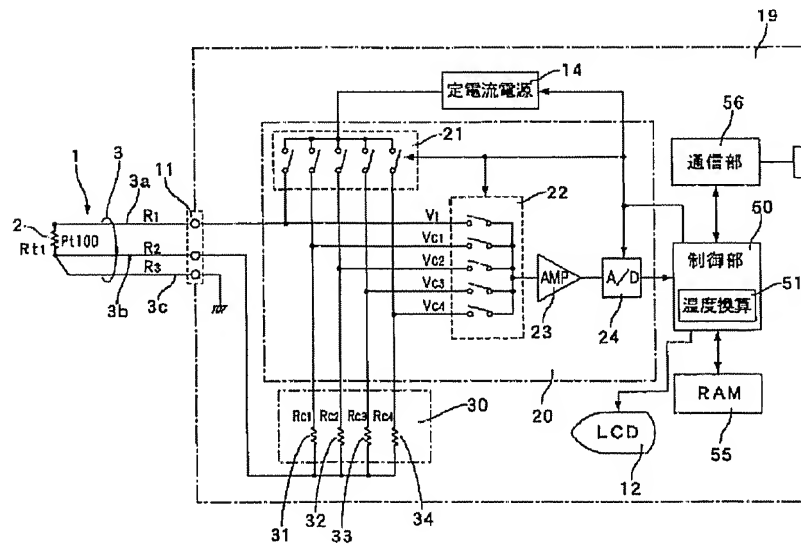
【図2】



【図5】



【図6】



【図7】

